

УДК 622.691

СИСТЕМА АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ КОМПРИМУВАННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

Я. І. Заячук

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 504521

e-mail: k s m @ n u n g . e d u . u a

Предложена техническая и программная реализация системы адаптивного управления процессом компримирования природного газа дает возможность находить оптимальные значения нагрузки нагнетателей на основании их реального технического состояния.

The authors of the article offer technical and program realization of the adaptive control system of natural gas compression process is offered by the system of devices, GUI and PC to define the optimum speed of compressors on the basis of their real technical state.

Для забезпечення реальної і ефективної автоматизації виробничих і технологічних процесів в промисловості, управління промисловим підприємством, оперативного отримання, збереження і аналізу інформації необхідне створення єдиної інформаційної системи, яка б пронизувала всі підрозділи підприємства і пов'язувала їх в єдиний механізм, що дозволяє отримувати точну, достовірну інформацію на всьому шляху виробництва від сировини до кінцевої продукції. Доступ з будь-якого комп'ютера підприємства до інформації, яка надходить від виробничого технологічного процесу, від будь-якої підсистеми є насушною необхідністю. Одним з основних компонентів АСУ ТП, здатним надавати технологічну інформацію, є додаток SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). SCADA-системи є одним з провідних програмних продуктів для систем моніторингу, управління і збору даних.

SCADA-система Citect є одним з провідних програмних продуктів для систем моніторингу, управління і збору даних. В усьому світі встановлено більш ніж 45000 ліцензій практично в усіх галузях промисловості, зокрема на компресорних станціях (КС).

В статті описується система адаптивного управління процесом компримування природного газу на основі SCADA-системи Citect, яка призначена для адаптивного оптимального управління компресорним цехом [3-5] із врахуванням реального технічного стану газоперекачувального обладнання [1-2].

Система керування ЛВУ має чотирирівневу ієрархічну структуру. Перший рівень містить контролери, які виконують функції локального керування компресорними агрегатами (САК ГПА).

На другому рівні керування знаходиться низка функціонально-орієнтованих АРМ для реалізації оперативного керування агрегатами КС.

Третій рівень керування відноситься до рівня диспетчера ЛВУ. На цьому рівні розв'язуються задачі оптимізації та розрахунку техніко-економічних показників роботи КС на рівні ЛВУ.

Інформація з рівня ЛВУ передається диспетчеру УМГ (четвертий рівень) для оперативного-тактичного планування роботи транспортної системи УМГ.

На рівні диспетчера ЛВУ крім традиційного, розроблено спеціальне програмне забезпечення (рис. 1) розв'язання задачі адаптивного управління [5], яке оформлене у вигляді окремого модуля (рис. 2), що дає змогу легко інтегрувати його в існуючий пакет програм.

Загалом, модуль забезпечує реалізацію таких функцій:

- збір та обробку даних про технологічні параметри;
- відображення значень контрольованих параметрів процесу на блоці спостереження і пульті контролю та управління;
- прийом в реальному часі інформації про хід технологічного процесу, перегляд архівів та друкування зареєстрованих параметрів;
- розрахунок коефіцієнтів технічного стану ГПА [2];
- визначення оптимальної кількості обертів нагнітачів [3].

Апаратне забезпечення системи керування роботою компресорної станції на нижньому рівні складається з програмованих логічних контролерів (ПЛК) "GE FANUC" 90-70 і 90-30, які зв'язані між собою по мережі "Genius" в межах компресорної станції. Вони призначені для збору та попередньої обробки інформації, яка надходить від первинних давачів об'єкта керування (САК ГПА), та видачі керуючих сигналів на виконавчі механізми ГПА. Обробка та видача сигналів відбувається згідно пакету прикладних програм, що реалізують вимоги щодо контролю та управління САК ГПА.

Автоматизовані робочі місця інженерно-технічного персоналу КС та АРМ диспетчера ЛВУ об'єднані у мережу Ethernet за допомогою відповідного інтерфейсного обладнання та програмного забезпечення. Інформаційний зв'язок диспетчерів ЛВУ та УМГ підтримується через стандартні кабельні, традиційні телефонні канали зв'язку чи GSM-каналами з використанням серійних промислових модемів та сервісного програмного забезпечення обміну даними [4].

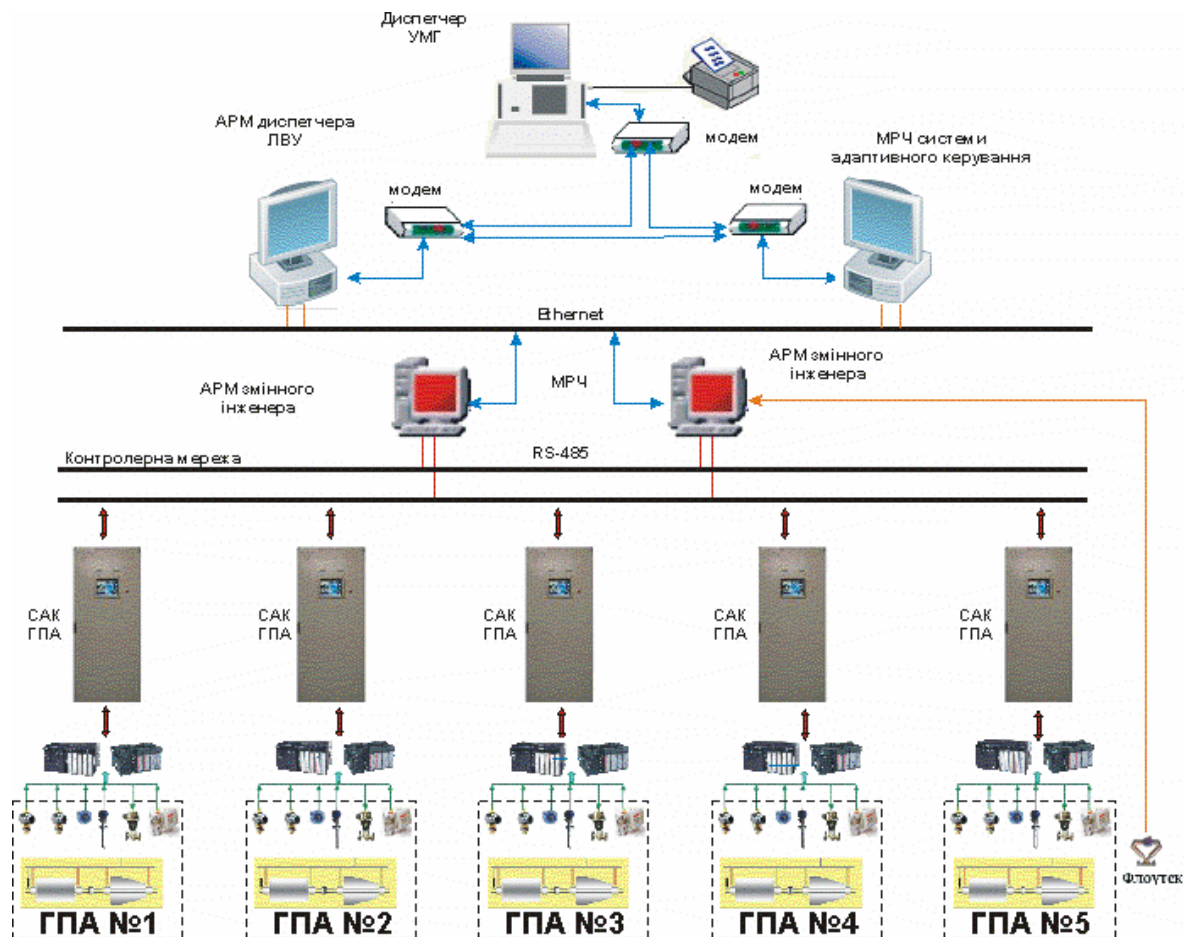


Рисунок 1 — Структура системи керування роботою КС

Взаємодія базового програмного комплексу та спеціального модуля пояснюється структурною схемою, наведеною на рис. 3. Контролери формують масиви даних про хід технологічного процесу, які передаються інтерфейсом RS-485 на пристрій реєстрації інформації (ПРІ), в якому отримана інформація реєструється і архівується для збереження вимірюваних технологічних параметрів кожного із нагнітачів. Для розв'язання завдань адаптивного керування як вхідні параметри вибираються набори значень технологічних параметрів пристроєм обробки інформації (ПОІ). Він здійснює перерахунок та приведення значень параметрів в одні часові рамки та формує базу даних (БД). На основі значень діагностичних параметрів в блоці експертної оцінки (БЕО) для кожного із нагнітачів обчислювач (О) обчислює значення коефіцієнта технічного стану. Потім блок оптимізації визначає оптимальні значення кількості обертів нагнітачів, які забезпечують задану продуктивність КС за мінімального споживання паливного газу із врахуванням технічного стану кожного із ГПА, і подає керуючі впливи контролерам САК ГПА.

Для під'єднання до БД використовується стандартний механізм з'єднання ODBC (open database connectivity – відкритий зв'язок з базами даних). Однією із головних переваг даного механізму є можливість використання єдиного уніфікованого інтерфейсу доступу до даних

незалежно від типу джерела, з яким здійснюється взаємодія. Реалізація ODBC в MFC (Microsoft Foundation Class) передбачає використання класів бази даних (CDatabase), наборів записів (CRecordset) і представлення записів (CRecordView).

Програми модуля адаптивного керування працюють в режимі порадника. Запуск інтегратора здійснюється натисканням кнопки 'АК' (адаптивне керування) в панелі інструментів (рис. 4) чи за викликом із програми верхнього рівня. При цьому на екрані відображається головна форма (рис. 5).

Після натискання кнопки "Розрахунок" заповнюються поля, які відповідають іншим параметрам: продуктивність нагнітача, витрата паливного газу, ступінь підвищення тиску, віброшвидкість, вібропереміщення, швидкість накопичення продуктів спрацювання в моторній оливі, коефіцієнт технічного стану за політропним ККД, коефіцієнт технічного стану ГТД за потужністю. Значення цих параметрів розраховуються з використанням математичного модуля.

На основі отриманих вимірюваних та розрахованих значень параметрів при натисненні на кнопку "Розрахувати коефіцієнт завантаження ГПА" математичний модуль (БЕО, рис. 3) розраховує цей коефіцієнт. Розрахунки виконуються в пакеті Fuzzy середовища Matlab.

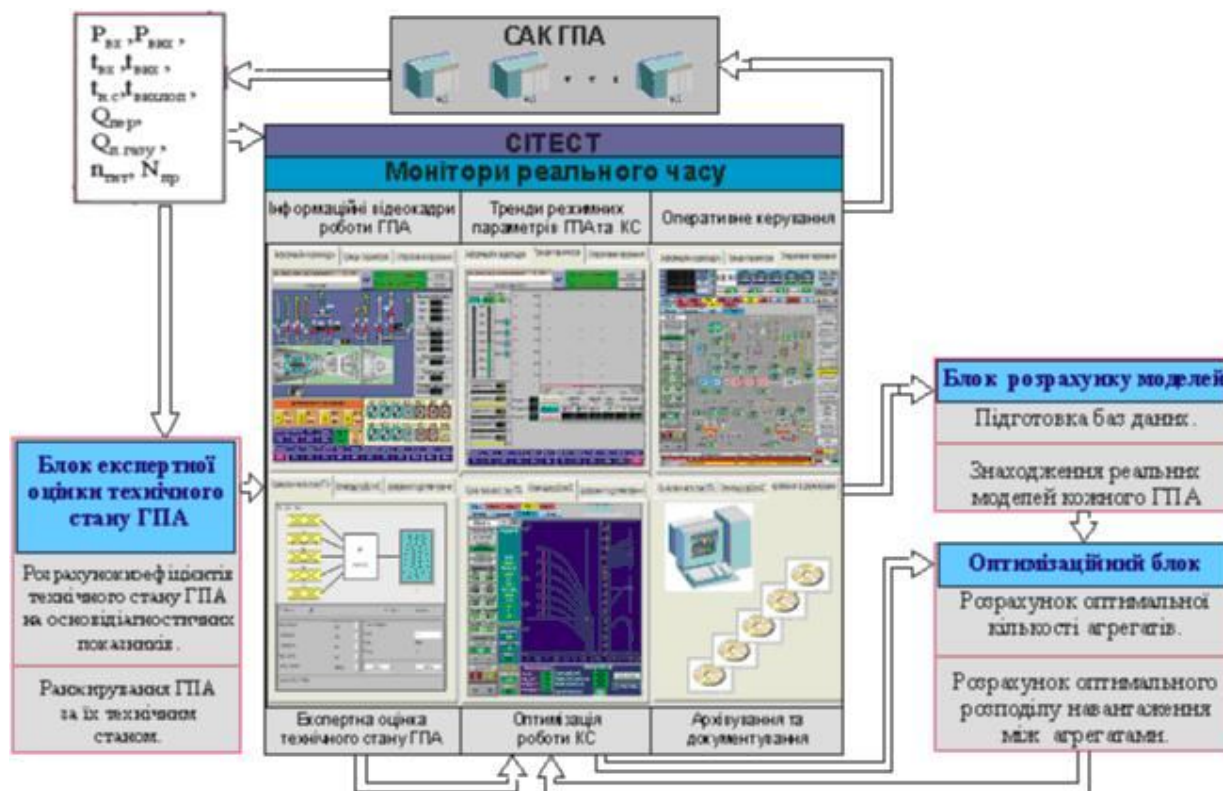


Рисунок 2 — Структура програмного забезпечення задачі адаптивного управління роботою КС

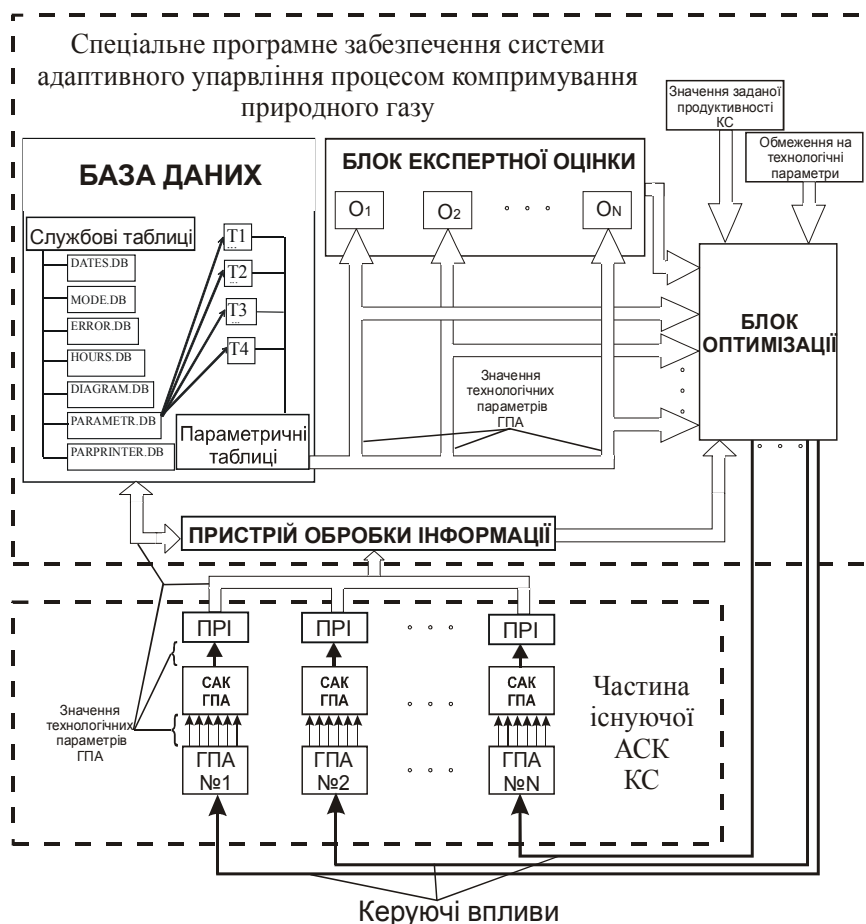


Рисунок 3 — Структурна схема системи адаптивного управління

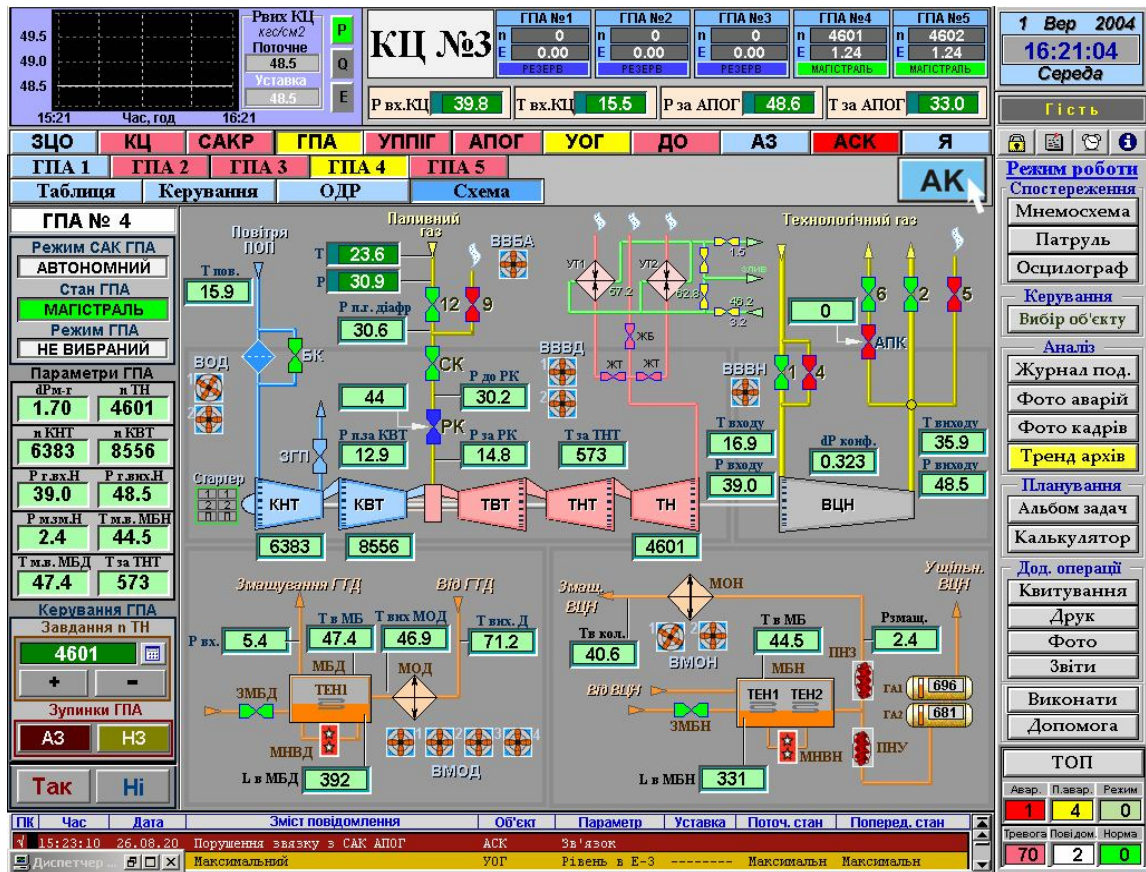


Рисунок 4 — Запуск модуля адаптивного управління

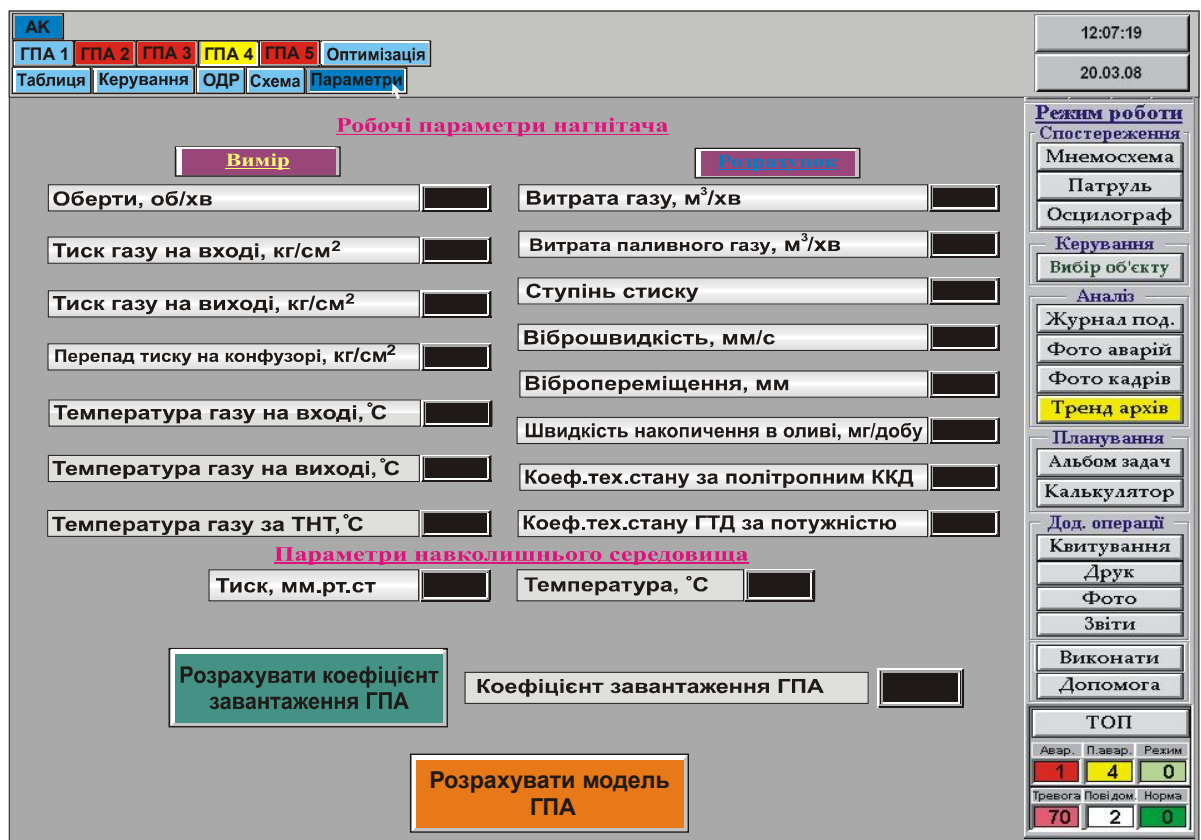


Рисунок 5 — Інтегратор задачі адаптивного керування

Рисунок 6 — Вікно оптимізації роботи нагнітачів

Натисканням кнопки "Оптимізація" (рис. 4) відкривається вікно оптимізації роботи нагнітачів (рис. 6).

Дане вікно (рис. 5) дає змогу вибирати окремі ГПА (кнопки "ГПА1"... "ГПА5") для перегляду та розрахунків їхніх параметрів ("Параметри"), а також визначення оптимального режиму роботи компресорної станції в цілому (кнопка "Оптимізація").

Після натиснення на кнопку "Вимір" заповнюються поля, які відповідають параметрам, що вимірюються штатною апаратурою, а саме: кількість обертів нагнітача, тиск і температура газу на вході та виході нагнітача, температура відпрацьованих газів, а також параметри навколишнього середовища – тиск та температура.

На основі вихідних даних, що задаються в головному вікні програми у відповідних полях: "Загальностанційні параметри", "Тарифи на енергоресурси", "Параметри навколишнього середовища" та "Ресурс оптимізації" (кількість працюючих агрегатів), при виборі "Розрахувати необхідну кількість агрегатів" запускається програма пошуку рішення в MS Excel. Вона визначає необхідну кількість агрегатів за заданих умов роботи.

Результатом роботи програми є значення, яке з'являється в текстовому вікні "Необхідна кількість агрегатів".

Запуск оптимізаційної задачі здійснюється елементом управління "Розрахувати оптимальну кількість обертів" натисканням на який запускається програма Optimization в

MATLAB. Після завершення етапу оптимізаційної задачі отримуємо результат, який з'являється в текстових вікнах: "Оптиміальні оберти" та "Оптиміальні затрати на привід".

В процесі експлуатації ГПА та зі зміною пір року програма-інтегратор уможливорює проведення за бажанням персоналу КС адаптації параметрів математичних моделей ГПА з використанням реальних значень режимних параметрів за відповідні проміжки часу роботи минулого періоду. Елементом управління "Уточнення математичних моделей" (рис. 6) запускається вікно, зображене на рис. 7.

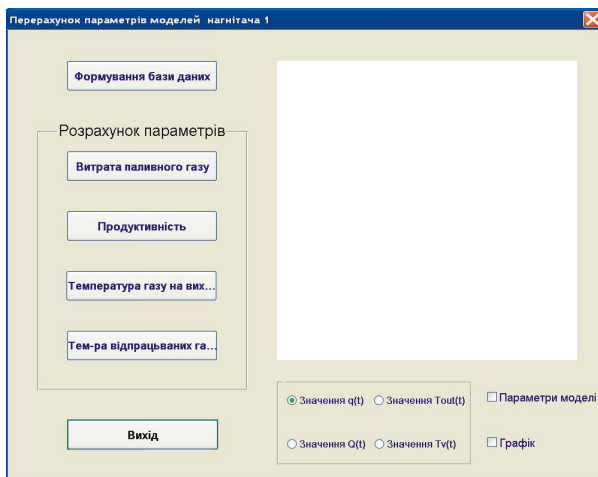
Рисунок 7 — Уточнення математичних моделей нагнітачів

Література

- 1 Горбійчук М.І. Оптимальний розподіл навантаження між відцентровими нагнітачами природного газу з врахуванням їх технічного стану / М.І.Горбійчук, М.І.Когутяк, Я.І.Заячук // Наукові вісті. – 2007. – №1 (11). – С. 131–136.
- 2 Горбійчук М.І. Метод ранжування газо-перекачувальних агрегатів природного газу за їх технічним станом / М.І.Горбійчук, М.І.Когутяк, Я.І.Заячук // Нафтогазова енергетика. – 2008. – № 1 (6). – С. 131–136.
- 3 Горбійчук М.І. Оптимальне керування роботою нагнітачів природного газу із врахуванням технічного стану ГПА / М.І.Горбійчук, Я.І.Заячук // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2008. – №4/3 (34). – С. 22–24.
- 4 Горбійчук М.І. Адаптивне керування процесом компримування газу / М.І.Горбійчук, Я.І.Заячук // Збірник наукових праць Всеукраїнської наукової конференції "Мікропроцесорні пристрої та системи в автоматизації виробничих процесів". – Хмельницький, 2004. – С. 13–18.
- 5 Заячук Я.І. Адаптивне управління процесом компримування природного газу з врахуванням технічного стану ГПА / Я.І.Заячук // Автоматика-2008: 15 Міжнародна конференція по автоматичному управлінню. Одеса, 23-26 вересня 2008 р. – Одеса, 2008. – С. 786–789.

Після натискання клавіші, що відповідає відповідному номеру нагнітача (наприклад, першому), відкривається вікно перерахунку параметрів математичних моделей (рис. 8). Це ж вікно відкривається натисканням клавіші "Розрахувати модель ГПА" (рис. 5). Елементом управління "Усі нагнітачі" запускається вікно, аналогічне зображеному на рис. 8. При цьому розрахунок параметрів буде проводитись послідовно для усіх нагнітачів.

Після натискання кнопки "Формування бази даних" (рис. 8) пристроєм ПОІ створюється нова база даних для відповідного нагнітача. При цьому можна задавати період (місяць, сезон, рік тощо) за даними якого потрібно сформувати базу.



Рисунком 8 — Перерахунок параметрів математичних моделей нагнітачів

Елементами управління "Витрата паливного газу"; "Продуктивність"; "Температура газу на виході"; "Температура відпрацьованих газів" запускаються програми розрахунку відповідних параметрів. Результатом роботи програм є виведення числових значень параметрів моделей та графіків зміни відповідних параметрів (реальні та розраховані) у графічному вікні. Додаткова навігаційна панель дає можливість переключатися між результатами роботи окремого сценарію. Така організація забезпечує компактне відображення великої кількості графіків та текстової інформації, уможливорюючи швидке переключення між ними.

Запропонована технічна і програмна реалізація системи адаптивного управління процесом компримування природного газу дає можливість знаходити оптимальні значення навантаження нагнітачів на основі їх реального технічного стану.

Розроблений варіант адаптивної системи працює в режимі "порадника оператора", і може використовуватися для управління роботою компресорних станцій з паралельною схемою включення ГПА із газотурбінним чи електроприводом.